

ZOOM LENS AND VIDEO CAMERA USING SAME

Patent number: JP2001116996
Publication date: 2001-04-27
Inventor: YAMADA KATSU; ONO SHUSUKE
Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
Classification:
 - international: G02B15/16; G02B7/10; G03B5/00
 - european:
Application number: JP19990294038 19991015
Priority number(s):

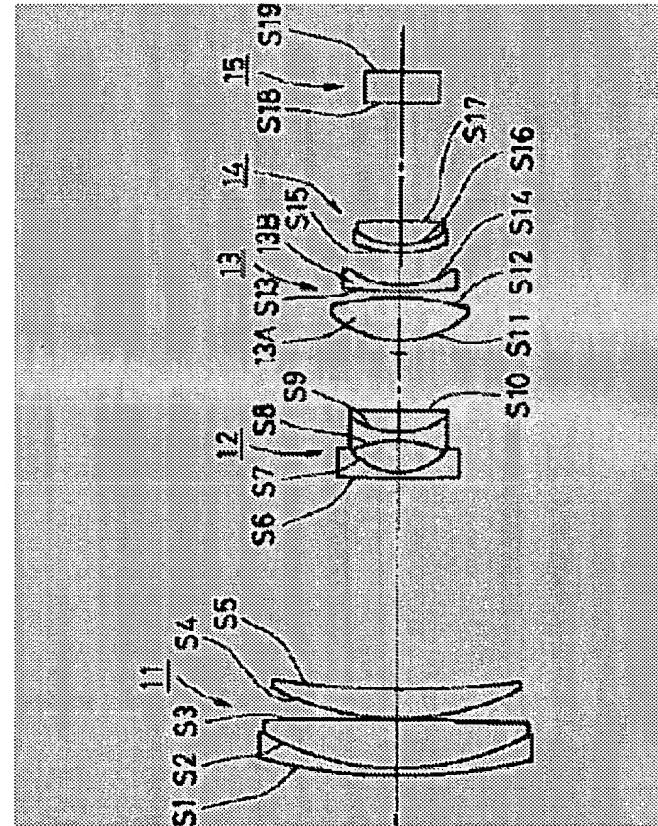
Also published as:

JP2001116996 (A)

Abstract of JP2001116996

PROBLEM TO BE SOLVED: To make small-sized, lightweight, and power-saving a video camera which uses a hand-shake correcting function mounted zoom lens suppressing deterioration in aberration at hand-shake correction time.

SOLUTION: The zoom lens is equipped with a 1st lens group 11 which has positive refracting power on the whole and is fixed about an image plane, a 2nd lens group 12 which has negative refracting power on the whole and varies the power by moving on the optical axis, a 3rd lens group 13 which has positive refracting power on the whole and is fixed in the optical-axis direction at power variation and focusing time, and a 4th lens group 41 which has positive refracting power on the whole and moves so that the image plane varying as the 2nd lens group moves on the optical axis and as an object moves is held at a fixed position from a reference surface; and a meniscus lens is used as the lens with the negative refracting power in the 3rd lens and for hand shake correction, the whole 3rd group is moved at right angles to the optical axis.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-116996

(P2001-116996A)

(43)公開日 平成13年4月27日 (2001.4.27)

(51)Int.Cl.⁷

G 02 B 15/16
7/10
G 03 B 5/00

識別記号

F I

G 02 B 15/16
7/10
G 03 B 5/00

テマコト[®] (参考)
2 H 0 4 4
Z 2 H 0 8 7
J

審査請求 未請求 請求項の数14 O.L (全 24 頁)

(21)出願番号

特願平11-294038

(22)出願日

平成11年10月15日 (1999.10.15)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 山田 克

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 小野 周佑

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 100095555

弁理士 池内 寛幸 (外1名)

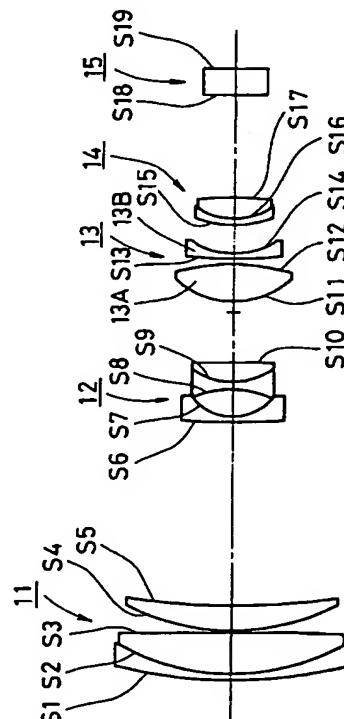
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ズームレンズ及びそれを用いたビデオカメラ

(57)【要約】

【課題】 手振れ補正時の収差の劣化を抑えた手振れ補正機能搭載ズームレンズを用いたビデオカメラの小型、軽量、及び省電力化を図ること。

【解決手段】 物体側より順に、全体として正の屈折力を有し像面に対して固定された第1レンズ群11と、全体として負の屈折力を有し光軸上を移動することにより変倍作用をもたらす第2レンズ群12と、全体として正の屈折力を有し変倍及び合焦時に光軸方向に対して固定される第3レンズ群13と、全体として正の屈折力を有し、前記第2レンズ群の光軸上での移動及び物体の移動によって変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群41とを備え、第3レンズ群における前記負の屈折力のレンズをメニスカスレンズとし、手振れ補正時に第3レンズ群全体を光軸に対して垂直方向に移動させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に負の屈折力のレンズ、正の屈折力のレンズ、及び正の屈折力のレンズを含み、全体として正の屈折力を有し、像面に対して固定された第1レンズ群と、

物体側から順に負の屈折力のレンズ、負の屈折力のレンズ、及び正の屈折力のレンズを含み、全体として負の屈折力を有し、光軸上を移動することにより変倍作用をもたらす第2レンズ群と、

物体側から順に正の屈折力のレンズと負の屈折力のレンズからなり、全体として正の屈折力を有し、変倍及び合焦時に光軸方向に対して固定される第3レンズ群と、

少なくとも1つの正の屈折力のレンズを含み、全体として正の屈折力を有し、前記第2レンズ群の光軸上での移動及び物体の移動によって変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群とを備え、

前記第3レンズ群における前記負の屈折力のレンズはメニスカスレンズであり、前記第3レンズ群は、手振れによる像の移動を補正するために光軸に対して垂直方向に全体が移動可能であることを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】 物体側より順に負の屈折力のレンズ、正の屈折力のレンズ、及び正の屈折力のレンズを含み、全体として正の屈折力を有し、像面に対して固定された第1レンズ群と、

物体側から順に負の屈折力のレンズ、負の屈折力のレンズ、及び正の屈折力のレンズを含み、全体として負の屈折力を有し、光軸上を移動することにより変倍作用をもたらす第2レンズ群と、

物体側から順に正の屈折力のレンズと負の屈折力のレンズからなり、全体として正の屈折力を有し、変倍及び合焦時に光軸方向に対して固定される第3レンズ群と、

少なくとも1つの正の屈折力のレンズを含み、全体として正の屈折力を有し、前記第2レンズ群の光軸上での移動及び物体の移動によって変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群とを備え、

前記第3レンズ群における前記負の屈折力のレンズは両凹レンズであり、前記第3レンズ群は、手振れによる像の移動を補正するために光軸に対して垂直方向に全体が移動可能であることを特徴とするズームレンズ。

【請求項3】 物体側から順に負の屈折力のレンズ、正の屈折力のレンズ、及び正の屈折力のレンズを含み、全体として正の屈折力を有し、像面に対して固定された第1レンズ群と、

物体側から順に負の屈折力のレンズ、負の屈折力のレンズ、及び正の屈折力のレンズを含み、全体として負の屈折力を有し、光軸上を移動することにより変倍作用をもたらす第2レンズ群と、

物体側から順に正の屈折力のレンズと負の屈折力のレン

10

20

30

40

50

ズからなり、変倍及び合焦時には光軸方向に対して固定される第3レンズ群と、

少なくとも1つの正の屈折力のレンズを含み、全体として正の屈折力を有し、前記第2レンズ群の光軸上での移動及び物体の移動によって変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群とを備え、

前記第3レンズ群における前記負の屈折力のレンズは面の両側で曲率半径の絶対値が等しく、前記第3レンズ群は、手振れによる像の移動を補正するために光軸に対して垂直方向に全体が移動可能であることを特徴とするズームレンズ。

【請求項4】 物体側から順に負の屈折力のレンズ、正の屈折力のレンズ、及び正の屈折力のレンズを含み、全体として正の屈折力を有し、像面に対して固定された第1レンズ群と、

物体側から順に負の屈折力のレンズ、負の屈折力のレンズ、及び正の屈折力のレンズを含み、全体として負の屈折力を有し、光軸上を移動することにより変倍作用をもたらす第2レンズ群と、

物体側から順に正の屈折力のレンズと負の屈折力のレンズからなり、変倍及び合焦時には光軸方向に対して固定される第3レンズ群と、

少なくとも1つの正の屈折力のレンズを含み、全体として正の屈折力を有し、前記第2レンズ群の光軸上での移動及び物体の移動によって変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群とを備え、

前記第3レンズ群における前記正の屈折力のレンズは両面のサグ量が等しく、前記第3レンズ群は、手振れによる像の移動を補正するために光軸に対して垂直方向に全体が移動可能であることを特徴とするズームレンズ。

【請求項5】 物体側から順に負の屈折力のレンズ、正の屈折力のレンズ、及び正の屈折力のレンズを含み、全体として正の屈折力を有し、像面に対して固定された第1レンズ群と、

物体側から順に負の屈折力のレンズ、負の屈折力のレンズ、及び正の屈折力のレンズを含み、全体として負の屈折力を有し、光軸上を移動することにより変倍作用をもたらす第2レンズ群と、

物体側から順に正の屈折力のレンズと負の屈折力のレンズからなり、変倍及び合焦時には光軸方向に対して固定される第3レンズ群と、正の屈折力のレンズと負の屈折力のレンズより構成された接合レンズであり、変倍及び合焦時には光軸方向に固定された全体として正の屈折力の第3レンズ群と、

少なくとも1つの正の屈折力のレンズを含み、全体として正の屈折力を有し、前記第2レンズ群の光軸上での移動及び物体の移動によって変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群と

を備え、

第3レンズ群は、前記正の屈折力のレンズと前記負の屈折力のレンズより構成された接合レンズであり、手振れによる像の移動を補正するために光軸に対して垂直方向に全体が移動可能であることを特徴とするズームレンズ。

【請求項6】少なくとも1面以上の非球面を含む第2レンズ群を備えた請求項1から5のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項7】前記第2レンズ群のi番目の非球面において、レンズ有効径の1割の径における局所的な曲率半径 r_{2i1} と有効径の9割の径における局所的な曲率半径 r_{2i9} とが、

$$0.40 < |r_{2i1}/r_{2i9}| < 1.70 \dots (1)$$

の条件式を満足する請求項6に記載のズームレンズ。

【請求項8】少なくとも1面以上の非球面を含む第3レンズ群を備えた請求項1から7のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項9】前記第3レンズ群のi番目の非球面において、レンズ有効径の1割の径における局所的な曲率半径 r_{3i1} と有効径の9割の径における局所的な曲率半径 r_{3i9} とが、

$$0.01 < |r_{3i1}/r_{3i9}| < 4.00 \dots (2)$$

の条件式を満足する請求項8に記載のズームレンズ。

【請求項10】少なくとも1面以上の非球面を含む第4レンズ群を備えた請求項1から9のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項11】前記第4レンズ群のi番目の非球面において、レンズ有効径の1割の径における局所的な曲率半径 r_{4i1} と有効径の9割の径における局所的な曲率半径 r_{4i9} とが、

$$0.10 < |r_{4i1}/r_{4i9}| < 13.00 \dots (3)$$

の条件式を満足する請求項10に記載のズームレンズ。

【請求項12】各レンズ群の焦点距離 f_i ($i=1 \sim 4$)と広角端の焦点距離 f_w とが、

$$5.0 < f_1/f_w < 12.0 \dots (4)$$

$$0.5 < |f_2|/f_w < 1.9 \dots (5)$$

$$4.0 < f_3/f_w < 9.5 \dots (6)$$

$$2.0 < f_4/f_w < 7.0 \dots (7)$$

の条件式を満足する請求項1から11のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項13】手振れによる像の移動を補正する際の全系の焦点距離 f における第3レンズ群の移動量 Y 、望遠端における第3レンズ群の移動量 Y_t 、及び望遠端の焦点距離 f_t が、

$$Y_t > Y \dots (8)$$

$$(Y/Y_t) / (f/f_t) < 1.5 \dots (9)$$

の条件式を満足する請求項1から12のいずれか一項に記載のズームレンズ

【請求項14】請求項1から13のいずれか一項に記

載のズームレンズを用いたビデオカメラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ビデオカメラなどに用いられ、手振れ、振動等によって生じる像の振れを光学的に補正する手振れ補正機能を搭載したズームレンズおよびそれを用いたビデオカメラに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来よりビデオカメラ等の撮影系には、手振れなどの振動を防ぐ振れ防止機能は必須となっており、様々なタイプの防振光学系が提案されている。

【0003】例えば、特開平8-29737号公報では、ズームレンズの前面に2枚構成の手振れ補正用の光学系を装着し、そのうちのいずれか1枚を光軸に対して垂直に移動させることにより、手振れによる像の移動を補正している。

【0004】また、特開平7-128619号公報では、4群構成のズームレンズで、複数枚のレンズで構成されている第3群レンズの一部を光軸に対して垂直に移動させることによって手振れによる像の移動を補正している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特開平8-29737号公報の場合は、2枚構成の手振れ補正用の光学系をズームレンズの前面に装着するためには、手振れ補正用の光学系のレンズ径が大きくなるという問題があり、それに伴い装置全体も大きくなってしまふ。そのため、この防振光学系は装置の小型、軽量、及び省電力化にとって不利であった。

【0006】また、上記特開平7-128619号公報の場合は、像面に対して固定である第3レンズ群の一部を光軸に対して垂直に可動させることにより手振れによる像の揺れを補正しているので、レンズ全面に装着するタイプと比較して大きさ的には有利だが、第3レンズ群の一部を動かしているためにレンズシフト時の収差の劣化、特に色収差の劣化が大きいという問題があった。

【0007】本発明は、これらの課題を解決するためになされたもので、4群構成のズームレンズにおいて、変倍及び合焦時に像面に対して固定されている第3レンズ群全体を光軸と垂直方向に動かすことによって、レンズシフト時の収差の劣化を極力抑えると共に、手振れ補正機能搭載ズームレンズを用いたビデオカメラの小型、軽量、及び省電力化を図ることを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するため、本発明の第1のズームレンズは、物体側より順に負の屈折力のレンズ、正の屈折力のレンズ、及び正の屈折力のレンズを含み、全体として正の屈折力を有し、像面

に対して固定された第1レンズ群と、物体側から順に負の屈折力のレンズ、負の屈折力のレンズ、及び正の屈折力のレンズを含み、全体として負の屈折力を有し、光軸上を移動することにより変倍作用をもたらす第2レンズ群と、物体側から順に正の屈折力のレンズと負の屈折力のレンズからなり、全体として正の屈折力を有し、変倍及び合焦時に光軸方向に対して固定される第3レンズ群と、少なくとも1つの正の屈折力のレンズを含み、全体として正の屈折力を有し、前記第2レンズ群の光軸上で10の移動及び物体の移動によって変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群とを備え、前記第3レンズ群における前記負の屈折力のレンズはメニスカスレンズであり、前記第3レンズ群は、手振れによる像の移動を補正するために光軸に対して垂直方向に全体が移動可能であることを特徴とする。

【0009】前記第1のズームレンズによれば、正の屈折力のレンズと負の屈折力のメニスカスレンズからなる径の小さい第3レンズ群を可動させることによって手振れの補正を行うので、レンズの前面に手振れ補正用の光学系を装着するタイプと比較して小型化できる。

【0010】また、一般にズームレンズは各群毎の収差性能を整える事によって、変倍時の光学性能の劣化を小さくしている。すなわち、第3レンズ群内部の一部のレンズを可動させるタイプと比較して、光学性能のまとまっている第3レンズ群全体を偏芯させるため収差の劣化も小さくすむ。

【0011】さらに、第3レンズ群における負の屈折力のレンズをメニスカスレンズで構成することにより、静止時の球面収差及び非点収差を良好に補正でき、手振れ補正時の収差の変動を抑えることができる。

【0012】前記の目的を達成するため、本発明の第2のズームレンズは、物体側より順に負の屈折力のレンズ、正の屈折力のレンズ、及び正の屈折力のレンズを含み、全体として正の屈折力を有し、像面に対して固定された第1レンズ群と、物体側から順に負の屈折力のレンズ、負の屈折力のレンズ、及び正の屈折力のレンズを含み、全体として負の屈折力を有し、光軸上を移動することにより変倍作用をもたらす第2レンズ群と、物体側から順に正の屈折力のレンズと負の屈折力のレンズからなり、全体として正の屈折力を有し、変倍及び合焦時に光軸方向に対して固定される第3レンズ群と、少なくとも1つの正の屈折力のレンズを含み、全体として正の屈折力を有し、前記第2レンズ群の光軸上で50の移動及び物体の移動によって変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群とを備え、前記第3レンズ群における前記負の屈折力のレンズは面の両側で曲率半径の絶対値が等しく、前記第3レンズ群は、手振れによる像の移動を補正するために光軸に対して垂直方向に全体が移動可能であることを特徴とする。

【0013】前記第2のズームレンズによれば、正の屈

折力のレンズと負の屈折力の両凹レンズからなる径の小さい第3レンズ群を可動させることによって手振れの補正を行うので、レンズの前面に手振れ補正用の光学系を装着するタイプと比較して小型化できる。

【0014】また、一般にズームレンズは各群毎の収差性能を整える事によって、変倍時の光学性能の劣化を小さくしている。すなわち、第3レンズ群内部の一部のレンズを可動させるタイプと比較して、光学性能のまとまっている第3レンズ群全体を偏芯させるため収差の劣化も小さくすむ。

【0015】さらに、第3レンズ群における負の屈折力のレンズを両凹レンズで構成することにより、第3レンズ群内での各レンズの偏芯公差を小さくすることができる。

【0016】前記の目的を達成するため、本発明の第3のズームレンズは、物体側から順に負の屈折力のレンズ、正の屈折力のレンズ、及び正の屈折力のレンズを含み、全体として正の屈折力を有し、像面に対して固定された第1レンズ群と、物体側から順に負の屈折力のレンズ、負の屈折力のレンズ、及び正の屈折力のレンズを含み、全体として負の屈折力を有し、光軸上を移動することにより変倍作用をもたらす第2レンズ群と、物体側から順に正の屈折力のレンズと負の屈折力のレンズからなり、変倍及び合焦時には光軸方向に対して固定される第3レンズ群と、少なくとも1つの正の屈折力のレンズを含み、全体として正の屈折力を有し、前記第2レンズ群の光軸上で50の移動及び物体の移動によって変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群とを備え、前記第3レンズ群における前記負の屈折力のレンズは面の両側で曲率半径の絶対値が等しく、前記第3レンズ群は、手振れによる像の移動を補正するために光軸に対して垂直方向に全体が移動可能であることを特徴とする。

【0017】前記第3のズームレンズによれば、正の屈折力のレンズと面の両側で曲率半径の絶対値が等しい負の屈折力のレンズからなる径の小さい第3レンズ群を可動させることによって手振れの補正を行うので、レンズの前面に手振れ補正用の光学系を装着するタイプと比較して小型化できる。

【0018】また、一般にズームレンズは各群毎の収差性能を整える事によって、変倍時の光学性能の劣化を小さくしている。すなわち、第3レンズ群内部の一部のレンズを可動させるタイプと比較して、光学性能のまとまっている第3レンズ群全体を偏芯させるため収差の劣化も小さくすむ。

【0019】さらに、第3レンズ群における負の屈折力のレンズを両面で曲率半径の絶対値が等しく構成することにより、第3レンズ群の組み立て工程において、負の屈折力のレンズ面を判別する工程が削除されるので、歩留まりを向上させることができる。

【0020】前記の目的を達成するため、本発明の第4のズームレンズは、物体側から順に負の屈折力のレンズ、正の屈折力のレンズ、及び正の屈折力のレンズを含み、全体として正の屈折力を有し、像面に対して固定された第1レンズ群と、物体側から順に負の屈折力のレンズ、負の屈折力のレンズ、及び正の屈折力のレンズを含み、全体として負の屈折力を有し、光軸上を移動することにより変倍作用をもたらす第2レンズ群と、物体側から順に正の屈折力のレンズと負の屈折力のレンズからなり、変倍及び合焦時には光軸方向に対して固定される第3レンズ群と、少なくとも1つの正の屈折力のレンズを含み、全体として正の屈折力を有し、前記第2レンズ群の光軸上での移動及び物体の移動によって変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群とを備え、前記第3レンズ群における前記正の屈折力のレンズは両面のサグ量が等しく、前記第3レンズ群は、手振れによる像の移動を補正するために光軸に対して垂直方向に全体が移動可能であることを特徴とする。

【0021】前記第4のズームレンズによれば、両面のサグ量が等しい正の屈折力のレンズと負の屈折力のレンズからなる径の小さい第3レンズ群を可動させることによって手振れの補正を行うので、レンズの前面に手振れ補正用の光学系を装着するタイプと比較して小型化できる。

【0022】また、一般にズームレンズは各群毎の収差性能を整える事によって、変倍時の光学性能の劣化を小さくしている。すなわち、第3レンズ群内部の一部のレンズを可動させるタイプと比較して、光学性能のまとまっている第3レンズ群全体を偏芯させるため収差の劣化も小さくてすむ。

【0023】さらに、第3レンズ群における正の屈折力のレンズを両面のサグ量が等しく構成することにより、第3レンズ群の組み立て工程において、負の屈折力のレンズ面を判別する工程が削除されるので、歩留まりを向上させることができる。

【0024】前記の目的を達成するため、本発明の第5のズームレンズは、物体側から順に負の屈折力のレンズ、正の屈折力のレンズ、及び正の屈折力のレンズを含み、全体として正の屈折力を有し、像面に対して固定された第1レンズ群と、物体側から順に負の屈折力のレンズ、負の屈折力のレンズ、及び正の屈折力のレンズを含み、全体として負の屈折力を有し、光軸上を移動することにより変倍作用をもたらす第2レンズ群と、物体側から順に正の屈折力のレンズと負の屈折力のレンズからなり、変倍及び合焦時には光軸方向に対して固定される第3レンズ群と、正の屈折力のレンズと負の屈折力のレンズより構成された接合レンズであり、変倍及び合焦時には光軸方向に固定された全体として正の屈折力の第3レンズ群と、少なくとも1つの正の屈折力のレンズを含

み、全体として正の屈折力を有し、前記第2レンズ群の光軸上での移動及び物体の移動によって変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群とを備え、第3レンズ群は、前記正の屈折力のレンズと前記負の屈折力のレンズより構成された接合レンズであり、手振れによる像の移動を補正するために光軸に対して垂直方向に全体が移動可能であることを特徴とする。

【0025】前記第5のズームレンズによれば、正の屈折力のレンズと負の屈折力のレンズとの接合レンズからなる径の小さい第3レンズ群を可動させることによって手振れの補正を行うので、レンズの前面に手振れ補正用の光学系を装着するタイプと比較して小型化できる。

【0026】また、一般にズームレンズは各群毎の収差性能を整える事によって、変倍時の光学性能の劣化を小さくしている。すなわち、第3レンズ群内部の一部のレンズを可動させるタイプと比較して、光学性能のまとまっている第3レンズ群全体を偏芯させるため収差の劣化も小さくてすむ。

【0027】さらに、第3レンズ群を正の屈折力のレンズと負の屈折力のレンズとの接合レンズで構成することにより、第3レンズ群が1枚のレンズとして組み立てられるので、群内偏芯の発生を防止することができる。

【0028】前記第1から第5のズームレンズにおいて、少なくとも1面以上の非球面を含む第2レンズ群を備えることが好ましい。

【0029】この構成によれば、収差の補正、特に軸外の収差の補正をより効率的に行うことができる。

【0030】また、前記第2レンズ群のi番目の非球面において、レンズ有効径の1割の径における局所的な曲率半径 r_{2i1} と有効径の9割の径における局所的な曲率半径 r_{2i9} とが、

$$0.40 < |r_{2i1}/r_{2i9}| < 1.70 \dots (1)$$

の条件式を満足することが好ましい。

【0031】この構成によれば、コマ収差の補正量を最適に設定して十分な収差性能を得ることができる。すなわち、条件式(1)は、非球面量を規定する式であり、ズームレンズの高い解像度を実現するために十分な収差補正能力を得る条件である。条件式(1)において、上限を上回ると、コマ収差の補正量が少くなりすぎ、下限を下回ると、コマ収差の補正量が大きくなりすぎて、十分な収差性能が得られなくなる。

【0032】また、前記第1から第5のズームレンズにおいて、少なくとも1面以上の非球面を含む第3レンズ群を備えることが好ましい。

【0033】この構成によれば、手振れ補正時に収差の補正をより効率的に行うことができる。

【0034】また、前記第3レンズ群のi番目の非球面において、レンズ有効径の1割の径における局所的な曲率半径 r_{3i1} と有効径の9割の径における局所的な曲率

半径 r_{3i9} とが、

$$0.01 < |r_{3i1}/r_{3i9}| < 4.00 \dots (2)$$

の条件式を満足することが好ましい。

【0035】この構成によれば、球面収差の補正量を最適に設定して十分な収差性能を得ることができる。すなわち、条件式(2)は、非球面量を規定する式であり、ズームレンズの高い解像度を実現するために十分な収差補正能力を得る条件である。条件式(2)において、上限を上回ると、球面収差の補正量が少なくなりすぎ、また、手振れ補正時にコマフレアが発生しやすくなる。一方、下限を下回ると、コマ収差の補正量が大きくなりすぎて、十分な収差性能が得られなくなる。

【0036】また、前記第1から第5のズームレンズにおいて、少なくとも1面以上の非球面を含む第4レンズ群を備えることが好ましい。

【0037】この構成によれば、収差の補正、特に合焦時に発生する球面収差及びコマ収差の補正を効率的に行うことができる。

【0038】また、前記第4レンズ群の i 番目の非球面において、レンズ有効径の1割の径における局所的な曲率半径 r_{4i1} と有効径の9割の径における局所的な曲率半径 r_{4i9} とが、

$$0.10 < |r_{4i1}/r_{4i9}| < 13.00 \dots (3)$$

の条件式を満足することが好ましい。

【0039】この構成によれば、コマ収差の補正量を最適に設定して十分な収差性能を得ることができる。すなわち、条件式(3)は、非球面量を規定する式であり、ズームレンズの高い解像度を実現するために十分な収差補正能力を得る条件である。条件式(3)において、上限を上回ると、コマ収差の補正量が少なくなりすぎ、下限を下回ると、コマ収差の補正量が大きくなりすぎて、十分な収差性能が得られなくなる。

【0040】また、前記第1から第5のズームレンズにおいて、各レンズ群の焦点距離 f_i ($i = 1 \sim 4$) と広角端の焦点距離 f_w とが、

$$5.0 < f_1/f_w < 12.0 \dots (4)$$

$$0.5 < |f_2|/f_w < 1.9 \dots (5)$$

$$4.0 < f_3/f_w < 9.5 \dots (6)$$

$$2.0 < f_4/f_w < 7.0 \dots (7)$$

の条件式を満足することが好ましい。

【0041】条件式(4)は第1レンズ群の屈折力に関する条件である。下限を越えると第1レンズ群の屈折力が大きくなりすぎるため、長焦点側における球面収差の補正が困難となる。上限を越えるとレンズ長が大きくなり、コンパクトなズームレンズが実現できない。

【0042】条件式(5)は第2レンズ群の屈折力に関する条件である。下限からはずれる時には、光学全体系をコンパクトに出来るが、全系のペッツバール和が大きく負になり、硝材の選択のみでは像面湾曲の補正ができない。上限を越えると収差補正は容易であるが、変倍系

が長くなり全系のコンパクト化が達成できない。

【0043】条件式(6)は第3レンズ群の屈折力に関する条件である。下限を越えると第3レンズ群の屈折力が大きくなりすぎるため、十分なバックフォーカスを確保できず、さらに球面収差の補正が困難となる。上限を越えると第1レンズ群、第2レンズ群、第3レンズ群の合成系が発散系となるため、その後ろに位置する第4レンズ群のレンズ外径を小さくすることができず、また、全系のペッツバール和をゼロに近づけることができない。

【0044】条件式(7)は第4レンズ群の屈折力に関する条件である。下限からはずれる時には、画面包括範囲が狭くなり、所望の範囲を得るには第1レンズ群のレンズ径を大きくする必要があり、小型・軽量化が実現できない。上限を越えると収差補正は容易であるが、近距離撮影時での第4レンズ群の移動量が大きくなり、全系のコンパクト化が達成できないばかりでなく、近距離撮影時と遠距離撮影時の軸外収差のアンバランスを補正することが困難になる。

【0045】また、前記第1から第5のズームレンズにおいて、手振れによる像の移動を補正する際の全系の焦点距離 f における第3レンズ群の移動量 Y 、望遠端における第3レンズ群の移動量 Y_t 、及び望遠端の焦点距離 f_t が、

$$Y_t > Y \dots (8)$$

$$(Y/Y_t) / (f/f_t) < 1.5 \dots (9)$$

の条件式を満足することが好ましい。

【0046】条件式(8)及び(9)は補正レンズの移動量に関する式である。ズームレンズの場合、補正角が全ズーム域で一定の時には、ズーム比が大きいほど補正レンズの移動量は大きく、逆にズーム比が小さいほど補正レンズの移動量は小さくなる。条件式(8)及び(9)の上限を越えると補正過剰となって光学性能の劣化が大きくなる。

【0047】さらに、ビデオカメラに前記第1から第5のズームレンズを用いることが好ましい。

【0048】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例における手振れ補正用光学系として、手振れ補正機能を搭載したズームレンズについて図面及び表を参照しつつ詳細に説明する。

【0049】(第1の実施形態) 図1は、本発明の第1の実施形態によるズームレンズを示す。図1において、図面左側の物体位置から図面右側の像面に向かって、第1レンズ群11、第2レンズ群12、第3レンズ群13、第4レンズ群14、及び第5レンズ群15が配置されている。

【0050】次に各レンズ群について説明する。第1レンズ群11は、全体として正の屈折力を有し、像面に対して変倍、合焦時も固定されている。

【0051】第2レンズ群12は、全体として負の屈折力を有し、光軸を移動することにより変倍作用をもたらすレンズ群である。

【0052】第3レンズ群13は、正の屈折力のレンズ13Aと負の屈折力のメニスカスレンズ13Bで構成されており、変倍及び合焦時には光軸方向に対して固定である。手振れ発生時には、第3レンズ群13を光軸方向に対して垂直方向に移動させることによって像の振れを補正している。上記の構成により球面収差及び非点収差を良好に補正できる。また、第1レンズ群よりも径の小さい第3レンズ群全体を移動させることにより手振れの補正を行うので、駆動系への負担が軽く消費電力も低減することができる。

【0053】第4レンズ群14は全体として正の屈折力*

*を有し、光軸上を移動することにより変倍による像の移動とフォーカス調整を同時に行っている。

【0054】また、第2レンズ群、第3レンズ群、第4レンズ群のレンズのいずれかに少なくとも1面以上の非球面を導入することにより、静止時及び手振れ補正時の収差性能を向上させる事ができる。

【0055】以下の表1に、第1の実施形態によるズームレンズの設計値を示す。表1において、rはレンズの曲率半径、dはレンズの肉厚またはレンズの空気間隔、nは各レンズの基準d線に対する屈折率、vは各レンズのd線に対するアッペ数を表している。

【0056】

【表1】

群	面	r	d	n	v
1	1	48.617	0.90	1.80518	25.4
	2	24.708	4.90	1.60311	60.7
	3	-355.522	0.15		
	4	24.085	2.90	1.60311	60.7
	5	74.515	可変		
2	6	73.357	0.70	1.78500	43.7
	7	5.318	3.22		
	8	-10.237	0.80	1.60602	57.5
	9	7.306	2.40	1.80518	25.4
	10	-350.000	可変		
3	11	7.997	4.45	1.60602	57.5
	12	-17.026	0.60		
	13	57.521	0.70	1.80518	25.4
	14	8.270	可変		
4	15	11.387	0.70	1.68619	34.2
	16	6.389	2.60	1.60602	57.5
	17	-41.310	可変		
5	18	∞	3.25	1.51633	64.1
	19	∞	—		

【0057】以下の表2は、表1の数値でズームレンズを設計した場合の非球面係数を示している。

※【0058】

※【表2】

面	8	11	12	17
K	-8.31232	-3.89902E-1	7.69981E-1	-9.11655E1
D	-8.91927E-4	-1.22094E-4	2.87925E-4	-9.273210E-5
E	3.02196E-5	4.10623E-7	-5.86749E-7	2.95484E-6
F	-9.31075E-7	0.000000E-0	0.000000E-0	0.000000E-0

【0059】表2において、レンズ面8(図1のS8に対応)が第2レンズ群の1番目の非球面に相当し、レンズ面11(図1のS11に対応)及びレンズ面12(図1のS12に対応)が第3レンズ群の1番目及び2番目の非球面に相当し、またレンズ面17(図1のS17に対応)が第4レンズ群の1番目の非球面に相当し、非球面形状は次式で定義している。

【0060】

【数1】

$$SAG = \frac{H^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1+K) (H/R)^2}} + D \cdot H^4 + E \cdot H^6 + F \cdot H^8 + G \cdot H^{10}$$

【0061】上式において、光軸からの高さがHにおける非球面上の点の非球面頂点からの距離SAGで非球面を示し、Hは光軸からの高さ、Rは非球面頂点の曲率半径、Kは円錐常数、D, E, F, Gはそれぞれ非球面係数を表している。

50 【0062】以下の表3は、表1の数値でズームレンズ

を設計した場合のズーム間隔を示している。d5, d1, d14, d17は、ズーミングにより可変な空気間隔としてレンズ先端から測って無限位置に物点をとった場合の値である。

【0063】表3において、標準位置とは第3レンズ群*

	広角端	標準	望遠端
f	3. 827	33. 982	106. 141
F/NO	1. 675	2. 419	4. 446
2ω	64. 792	7. 528	2. 406
d5	0. 500	21. 232	26. 250
d10	27. 800	7. 068	2. 050
d14	10. 137	3. 270	14. 149
d17	5. 000	11. 867	0. 989

【0065】また、第2レンズ群の1番目の非球面S8において、レンズ有効径の1割の径における局所的な曲率半径をr211、有効径の9割の径における局所的な曲率半径をr219とした場合、r211とr219は、

$$|r_{211}/r_{219}| = 1. 10$$

の関係にあり、条件式(1) $0. 40 < |r_{211}/r_{219}| < 1. 70$ ($i = 1$) を満たしている。

【0066】また、第3レンズ群の1、2番目の非球面S11、S12において、レンズ有効径の1割の径における局所的な曲率半径をr311、r321、有効径の9割の径における局所的な曲率半径をr319、r329とした場合、r311とr319、及びr321とr329は、

$$|r_{311}/r_{319}| = 0. 73$$

$$|r_{321}/r_{329}| = 0. 03$$

の関係にあり、条件式(2) $0. 01 < |r_{311}/r_{319}| < 4. 00$ ($i = 1, 2$) を満たすように設計されている。

【0067】また、第4レンズ群の1番目の非球面S17において、レンズ有効径の1割の径における局所的な曲率半径をr411、有効径の9割の径における局所的な曲率半径をr419とした場合、r411とr419は、

$$|r_{411}/r_{419}| = 0. 65$$

の関係にあり、条件式(3) $0. 10 < |r_{411}/r_{419}| < 13. 00$ ($i = 1$) を満たすように設計されている。

【0068】また、第1、第2、第3、及び第4レンズ群の焦点距離f1, f2, f3, 及びf4と、広角端の焦点距離fwとは、

$$f1/fw = 9. 70$$

$$|f2|/fw = 1. 49$$

$$f3/fw = 5. 50$$

$$f4/fw = 4. 27$$

の関係にあり、それぞれ条件式(4) $5. 0 < f1/fw < 12. 0$ 、条件式(5) $0. 5 < |f2|/fw <$

*と第4レンズ群が最接近する位置である。また、fは焦点距離、F/NOはFナンバー、ωは入射半画角を表している。

【0064】

【表3】

1. 9、条件式(6) $4. 0 < f3/fw < 9. 5$ 、条件式(7) $2. 0 < f4/fw < 7. 0$ を満たすように設計されている。

20 【0069】さらに、手振れ補正実施時の全系の焦点距離fにおける補正レンズの移動量Y、望遠端における補正レンズの移動量Yt、及び望遠端の焦点距離ftは、

$$(Y/Yt) / (f/f_t) = 0. 99$$

の関係にあり、条件式(9) $(Y/Yt) / (f/f_t) < 1. 5$ を満たすように設計されている。

【0070】図2、図3及び図4はそれぞれ、上記のような条件で設計した第1の実施形態によるズームレンズの広角端、標準位置及び望遠端における収差性能を示す。

【0071】尚、図2(a)、図3(a)及び図4(a)は球面収差を示す図であり、実線はd線に対する値、点線は正弦条件を示している。

【0072】図2(b)、図3(b)及び図4(b)は、非点収差の図であって、実線はサジタル像面湾曲、点線はメリディオナル像面湾曲を示す。

【0073】図2(c)、図3(c)及び図4(c)は歪曲収差を示す図である。

【0074】図2(d)、図3(d)及び図4(d)は軸上色収差の図であって、実線はd線、点線はF線、波線はC線に対する値を示す。

【0075】図2(e)、図3(e)及び図4(e)は倍率色収差の図であって、点線はF線、波線はC線に対する値を示す。

【0076】図2、図3、及び図4から明らかのように、本発明の第1の実施形態によるズームレンズは良好な収差性能を有していることが分かる。

【0077】(第2の実施形態)図5は、本発明の第2の実施形態によるズームレンズを示す。図5において、図面左側の物体位置から図面右側の像面に向かって、第

1レンズ群51、第2レンズ群52、第3レンズ群53、第4レンズ群54、及び第5レンズ群55が配置されている。

【0078】次に各レンズ群について説明する。第1レンズ群51は、全体として正の屈折力を有し、像面に対して変倍、合焦時も固定されている。

【0079】第2レンズ群52は、全体として負の屈折力を有し、光軸を移動することにより変倍作用をもたらすレンズ群である。

【0080】第3レンズ群53は、正の屈折力のレンズ53Aと負の屈折力の両凹レンズ53Bで構成されており、変倍及び合焦時には光軸方向に対して固定である。手振れ発生時には、第3レンズ群53を光軸方向に対して垂直方向に移動させることによって像の振れを補正している。上記の構成により第3レンズ群53のレンズ玉*

*の偏芯公差を緩くすることができる。また、第1レンズ群よりも径の小さい第3レンズ群全体を移動させることにより手振れの補正を行うので、駆動系への負担が軽く消費電力も低減することができる。

【0081】第4レンズ群54は全体として正の屈折力を有し、光軸上を移動することにより変倍による像の移動とフォーカス調整を同時に行っている。

【0082】また、第2レンズ群、第3レンズ群、第4レンズ群のレンズのいずれかに少なくとも1面以上の非球面を導入することにより、静止時及び手振れ補正時の収差性能を向上させる事ができる。

【0083】以下の表4に、第2の実施形態によるズームレンズの設計値を示す。

【0084】

【表4】

群	面	r	d	n	v
1	1	48.322	0.90	1.80518	25.4
	2	24.986	4.90	1.60311	60.7
	3	-242.096	0.15		
	4	24.538	2.90	1.60311	60.7
	5	70.192	可変		
2	6	84.353	0.70	1.78500	43.7
	7	5.353	3.22		
	8	-9.902	0.80	1.60602	57.5
	9	7.435	2.40	1.80519	25.4
	10	-182.469	可変		
3	11	8.553	4.45	1.60602	57.5
	12	-13.111	0.60		
	13	-47.728	0.70	1.80518	25.4
	14	12.036	可変		
4	15	12.679	0.70	1.68619	34.2
	16	8.225	2.60	1.60602	57.5
	17	-40.957	可変		
5	18	∞	3.25	1.51633	64.1
	19	∞	—		

【0085】以下の表5は、表4の数値でズームレンズを設計した場合の非球面係数を示している。

※【0086】

※【表5】

面	8	11	12	17
K	-1.54771	-2.42936E-1	2.90893E-1	-4.42034
D	-1.06980E-4	-9.67710E-5	3.77751E-4	9.53573E-5
E	5.78095E-6	6.06809E-7	-5.51139E-7	1.41962E-6
F	-3.76842E-7	2.84559E-10	-4.12316E-10	3.56019E-8

【0087】以下の表6は、表4の数値でズームレンズを設計した場合のズーム間隔を示している。

【0088】

【表6】

	広角端	標準	望遠端
f	3. 830	23. 529	106. 180
F/NO	1. 677	2. 407	4. 433
2ω	63. 996	7. 658	2. 404
d_5	0. 500	21. 143	26. 150
d_{10}	27. 800	7. 157	2. 150
d_{14}	10. 137	3. 298	14. 333
d_{17}	5. 000	11. 839	0. 804

【0089】また、第2レンズ群の1番目の非球面S8において、レンズ有効径の1割の径における局所的な曲率半径を r_{211} 、有効径の9割の径における局所的な曲率半径を r_{219} とした場合、 r_{211} と r_{219} は、

$$|r_{211}/r_{219}| = 0. 98$$

の関係にあり、条件式(1) $0. 40 <$

$$|r_{211}/r_{219}| < 1. 70 \quad (i=1)$$
 を満たしている。

【0090】また、第3レンズ群の1、2番目の非球面S11、S12において、レンズ有効径の1割の径における局所的な曲率半径を r_{311} 、 r_{321} 、有効径の9割の径における局所的な曲率半径を r_{319} 、 r_{329} とした場合、 r_{311} と r_{319} 、及び r_{321} と r_{329} は、

$$|r_{311}/r_{319}| = 0. 85$$

$$|r_{321}/r_{329}| = 0. 01$$

の関係にあり、条件式(2) $0. 01 < |r_{311}/r_{319}| < 4. 00$ ($i=1, 2$) を満たすように設計されている。

【0091】また、第4レンズ群の1番目の非球面S17において、レンズ有効径の1割の径における局所的な曲率半径を r_{411} 、有効径の9割の径における局所的な曲率半径を r_{419} とした場合、 r_{411} と r_{419} は、

$$|r_{411}/r_{419}| = 0. 25$$

の関係にあり、条件式(3) $0. 10 < |r_{411}/r_{419}| < 13. 00$ ($i=1$) を満たすように設計されている。

【0092】また、第1、第2、第3、及び第4レンズ群の焦点距離 f_1 、 f_2 、 f_3 、及び f_4 と、広角端の焦点距離 f_W とは、

$$f_1/f_W = 9. 67$$

$$|f_2|/f_W = 1. 49$$

$$f_3/f_W = 5. 22$$

$$f_4/f_W = 4. 44$$

の関係にあり、それぞれ条件式(4) $5. 0 < f_1/f_W < 12. 0$ 、条件式(5) $0. 5 < |f_2|/f_W < 1. 9$ 、条件式(6) $4. 0 < f_3/f_W < 9. 5$ 、条件式(7) $2. 0 < f_4/f_W < 7. 0$ を満たすように設計されている。

【0093】さらに、手振れ補正実施時の全系の焦点距

離 f における補正レンズの移動量 Y 、望遠端における補正レンズの移動量 Y_t 、及び望遠端の焦点距離を f_t は、

$$(Y/Y_t) / (f/f_t) = 0. 95$$

の関係にあり、条件式(9) $(Y/Y_t) / (f/f_t) < 1. 5$ を満たすように設計されている。

【0094】図6、図7及び図8にそれぞれ、上記のような条件で設計した第2の実施形態によるズームレンズの広角端、標準位置及び望遠端における収差性能を示す。

【0095】尚、図6(a)、図7(a)及び図8(a)は球面収差を示す図であり、実線は d 線に対する値、点線は正弦条件を示している。

【0096】図6(b)、図7(b)及び図8(b)は、非点収差の図であって、実線はサジタル像面湾曲、点線はメリディオナル像面湾曲を示す。

【0097】図6(c)、図7(c)及び図8(c)は歪曲収差を示す図である。

【0098】図6(d)、図7(d)及び図8(d)は軸上色収差の図であって、実線は d 線、点線は F 線、波線は C 線に対する値を示す。

【0099】図6(e)、図7(e)及び図8(e)は倍率色収差の図であって、点線は F 線、波線は C 線に対する値を示す。

【0100】図6、図7、及び図8から明らかのように、本発明の第2の実施形態によるズームレンズは良好な収差性能を有していることが分かる。

【0101】(第3の実施形態)図9は、本発明の第3の実施形態によるズームレンズを示す。図9において、図面左側の物体位置から図面右側の像面に向かって、第1レンズ群91、第2レンズ群92、第3レンズ群93、第4レンズ群94、及び第5レンズ群95が配置されている。

【0102】次に各レンズ群について説明する。第1レンズ群91は、全体として正の屈折力を有し、像面に対して変倍、合焦時も固定されている。

【0103】第2レンズ群92は、全体として負の屈折力を有し、光軸を移動することにより変倍作用をもたらすレンズ群である。

【0104】第3レンズ群93は、正の屈折力のレンズ93Aと両側の面の曲率半径が等しい、いわゆる共Rである負の屈折力のレンズ93Bとの2枚のレンズにて構成されており、変倍及び合焦時には光軸方向に対して固定である。凹レンズを共Rにする事によって、組み立て工程において面を判別する必要が無くなり、歩留まりを向上させることができる。手振れ発生時には、第3レンズ群93を光軸方向に対して垂直方向に移動させることによって像の振れを補正している。また、第1レンズ群よりも径の小さい第3レンズ群全体を移動させることにより手振れの補正を行うので、駆動系への負担が軽く消費電力も低減することができる。

*

* 【0105】第4レンズ群94は全体として正の屈折力を有し、光軸上を移動することにより変倍による像の移動とフォーカス調整を同時に行っている。

【0106】また、第2レンズ群、第3レンズ群、第4レンズ群のレンズのいずれかに少なくとも1面以上の非球面を導入することにより、静止時及び手振れ補正時の収差性能を向上させる事ができる。

【0107】以下の表7に、第3の実施形態によるズームレンズの設計値を示す。

10 【0108】

【表7】

群	面	r	d	n	v
1	1	48.502	0.90	1.80518	25.4
	2	25.026	5.80	1.60311	60.7
	3	-242.109	0.15		
	4	24.891	3.15	1.60311	60.7
	5	73.114	可変		
2	6	143.721	0.60	1.78500	43.7
	7	5.590	3.10		
	8	-10.327	0.80	1.60602	57.5
	9	7.515	1.60	1.80518	25.4
	10	-583.530	可変		
3	11	9.218	2.61	1.66547	55.2
	12	-12.943	0.09		
	13	-15.219	0.70	1.68893	31.2
	14	15.219	2.45		
4	15	11.624	0.77	1.80518	25.4
	16	6.999	1.82	1.60602	57.5
	17	-32.921	可変		
5	18	∞	3.25	1.51633	64.1
	19	∞	—		

【0109】以下の表8は、表7の数値でズームレンズを設計した場合の非球面係数を示している。

※【0110】

※【表8】

面	8	11	12	17
K	-1.80945	-1.24695E-1	5.74617E-1	-1.14471E+1
D	-9.60234E-5	-2.83910E-5	3.33820E-4	8.93688E-5
E	5.30198E-7	5.82622E-7	-1.13282E-7	-2.28435E-7
F	-1.28041E-7	7.48524E-9	-3.33622E-9	1.63559E-7

【0111】以下の表9は、表7の数値でズームレンズを設計した場合のズーム間隔を示している。

【表9】

	広角端	標準	望遠端
f	3. 827	33. 729	107. 400
F/NO	1. 672	2. 425	4. 487
2ω	64. 294	7. 566	2. 376
d_5	0. 500	21. 234	26. 250
d_{10}	27. 800	7. 067	2. 050
d_{14}	10. 137	3. 217	14. 437
d_{17}	5. 000	11. 921	0. 701

【0113】また、第2レンズ群の1番目の非球面S8において、レンズ有効径の1割の径における局所的な曲率半径を r_{211} 、有効径の9割の径における局所的な曲率半径を r_{219} とした場合、 r_{211} と r_{219} は、

$$|r_{211}/r_{219}| = 0. 96$$

の関係にあり、条件式(1) $0. 40 < |r_{211}/r_{219}| < 1. 70$ ($i = 1$) を満たしている。

【0114】また、第3レンズ群の1、2番目の非球面S11、S12において、レンズ有効径の1割の径における局所的な曲率半径を r_{311} 、 r_{321} 、有効径の9割の径における局所的な曲率半径を r_{319} 、 r_{329} とした場合、 r_{311} と r_{319} 、及び r_{321} と r_{329} は、

$$|r_{311}/r_{319}| = 1. 01$$

$$|r_{321}/r_{329}| = 0. 23$$

の関係にあり、条件式(2) $0. 01 < |r_{311}/r_{319}| < 4. 00$ ($i = 1, 2$) を満たすように設計されている。

【0115】また、第4レンズ群の1番目の非球面S17において、レンズ有効径の1割の径における局所的な曲率半径を r_{411} 、有効径の9割の径における局所的な曲率半径を r_{419} とした場合、 r_{411} と r_{419} は、

$$|r_{411}/r_{419}| = 0. 24$$

の関係にあり、条件式(3) $0. 10 < |r_{411}/r_{419}| < 13. 00$ ($i = 1$) を満たすように設計されている。

【0116】また、第1、第2、第3、及び第4レンズ群の焦点距離 f_1 、 f_2 、 f_3 、及び f_4 と、広角端の焦点距離 f_W とは、

$$f_1/f_W = 9. 70$$

$$|f_2|/f_W = 1. 49$$

$$f_3/f_W = 5. 38$$

$$f_4/f_W = 4. 49$$

の関係にあり、それぞれ条件式(4) $5. 0 < f_1/f_W < 12. 0$ 、条件式(5) $0. 5 < |f_2|/f_W < 1. 9$ 、条件式(6) $4. 0 < f_3/f_W < 9. 5$ 、条件式(7) $2. 0 < f_4/f_W < 7. 0$ を満たすように設計されている。

【0117】さらに、手振れ補正実施時の全系の焦点距離 f における補正レンズの移動量 Y 、望遠端における補

正レンズの移動量 Y_t 、及び望遠端の焦点距離を f_t は、

$$(Y/Y_t) / (f/f_t) = 1. 23$$

の関係にあり、条件式(9) $(Y/Y_t) / (f/f_t) < 1. 5$ を満たすように設計されている。

【0118】図10、図11及び図12にそれぞれ、上記のような条件で設計した第3の実施形態によるズームレンズの広角端、標準位置及び望遠端における収差性能を示す。

【0119】尚、図10(a)、図11(a)及び図12(a)は球面収差を示す図であり、実線はd線に対する値、点線は正弦条件を示している。

【0120】図10(b)、図11(b)及び図12(b)は、非点収差の図であって、実線はサジタル像面湾曲、点線はメリディオナル像面湾曲を示す。

【0121】図10(c)、図11(c)及び図12(c)は歪曲収差を示す図である。

【0122】図10(d)、図11(d)及び図12(d)は軸上色収差の図であって、実線はd線、点線はF線、波線はC線に対する値を示す。

【0123】図10(e)、図11(e)及び図12(e)は倍率色収差の図であって、点線はF線、波線はC線に対する値を示す。

【0124】図10、図11、及び図12から明らかのように、本発明の第3の実施形態によるズームレンズは良好な収差性能を有していることが分かる。

【0125】(第4の実施形態)図13は、本発明の第4の実施形態によるズームレンズを示す。図13において、図面左側の物体位置から図面右側の像面に向かって、第1レンズ群131、第2レンズ群132、第3レンズ群133、第4レンズ群134、及び第5レンズ群135が配置されている。

【0126】次に各レンズ群について説明する。第1レンズ群131は、全体として正の屈折力を有し、像面に対して変倍、合焦時も固定されている。

【0127】第2レンズ群132は、全体として負の屈折力を有し、光軸を移動することにより変倍作用をもたらすレンズ群である。

【0128】第3レンズ群133は、両側の面のサグ量

が等しい正の屈折力のレンズ133Aと負の屈折力のレンズ133Bの2枚のレンズにて構成されており、変倍及び合焦時には光軸方向に対して固定である。正の屈折力を有する凸レンズの両側面のサグ量を等しくする事によって、組み立て工程において面を判別する必要が無くなり、歩留まりを向上させることができる。手振れ発生時には、第3レンズ群133を光軸方向に対して垂直方向に移動させることによって像の振れを補正している。また、第1レンズ群よりも径の小さい第3レンズ群全体を移動させることにより手振れの補正を行うので、駆動系への負担が軽く消費電力も低減することができる。*

*【0129】第4レンズ群134は全体として正の屈折力を有し、光軸上を移動することにより変倍による像の移動とフォーカス調整を同時に行っている。

【0130】また、第2レンズ群、第3レンズ群、第4レンズ群のレンズのいずれかに少なくとも1面以上の非球面を導入することにより、静止時及び手振れ補正時の収差性能を向上させる事ができる。

【0131】以下の表10に、第4の実施形態によるズームレンズの設計値を示す。

10 【0132】

【表10】

群	面	r	d	n	v
1	1	47.421	0.90	1.80518	25.4
	2	25.070	4.90	1.60311	60.7
	3	-260.970	0.15		
	4	24.219	2.90	1.60311	60.7
	5	64.989	可変		
2	6	80.518	0.70	1.78500	43.7
	7	5.647	3.22		
	8	-9.982	0.80	1.60602	57.6
	9	7.894	2.40	1.80518	25.4
	10	639.594	可変		
3	11	10.525	4.45	1.60602	57.6
	12	-10.525	0.01		
	13	-34.140	0.70	1.80518	25.4
	14	19.356	可変		
4	15	11.818	0.70	1.68619	34.2
	16	7.707	2.60	1.60602	57.6
	17	118.672	可変		
5	18	∞	3.25	1.51633	64.1
	19	∞			

【0133】以下の表11は、表10の数値でズームレンズを設計した場合の非球面係数を示している。

※【0134】

【表11】

面	8	11	12	13	15	17
K	1.65214	-5.45566E-1	-5.45566E-1	-3.56327	5.79539E-1	1.90635E+2
D	3.16032E-4	-1.56550E-4	1.56550E-4	-1.24391E-5	4.44786E-5	2.02007E-4
E	-4.77365E-6	-7.15991E-7	7.15991E-7	-2.43487E-7	2.20808E-5	4.12286E-5
F	1.56080E-6	-1.14157E-8	1.14157E-8	9.12317E-8	-6.12777E-7	-1.30039E-6
G	-8.82638E-8	5.42541E-11	-5.42541E-11	0.00000E+00	9.91689E-9	-2.45741E-8

【0135】以下の表12は、表10の数値でズームレンズを設計した場合のズーム間隔を示している。

40 【0136】

【表12】

	広角端	標準	望遠端
f	3. 827	35. 272	102. 719
F/NO	1. 676	2. 513	4. 281
2ω	64. 886	7. 264	2. 506
d_5	0. 500	21. 257	26. 140
d_{10}	27. 800	7. 044	2. 160
d_{14}	10. 137	2. 124	14. 367
d_{17}	5. 000	13. 013	0. 771

【0137】また、第2レンズ群の1番目の非球面S8において、レンズ有効径の1割の径における局所的な曲率半径を r_{211} 、有効径の9割の径における局所的な曲率半径を r_{219} とした場合、 r_{211} と r_{219} は、

$$|r_{211}/r_{219}| = 1. 43$$

の関係にあり、条件式(1) $0. 40 < |r_{211}/r_{219}| < 1. 70$ ($i=1$) を満たしている。

【0138】また、第3レンズ群の1、2、3番目の非球面S11、S12、S13において、レンズ有効径の1割の径における局所的な曲率半径を r_{311} 、 r_{321} 、 r_{331} 、有効径の9割の径における局所的な曲率半径を r_{319} 、 r_{329} 、 r_{339} とした場合、 r_{311} と r_{319} 、 r_{321} と r_{329} 、及び r_{331} と r_{339} は、

$$|r_{311}/r_{319}| = 0. 25$$

$$|r_{321}/r_{329}| = 0. 31$$

$$|r_{331}/r_{339}| = 0. 90$$

の関係にあり、条件式(2) $0. 01 < |r_{311}/r_{319}| < 4. 00$ ($i=1, 2, 3$) を満たすように設計されている。

【0139】また、第4レンズ群の1、2番目の非球面S15、S17において、レンズ有効径の1割の径における局所的な曲率半径を r_{411} 、 r_{421} 、有効径の9割の径における局所的な曲率半径を r_{419} 、 r_{429} とした場合、 r_{411} と r_{419} 、及び r_{421} と r_{429} は、

$$|r_{411}/r_{419}| = 1. 70$$

$$|r_{421}/r_{429}| = 11. 96$$

の関係にあり、条件式(3) $0. 10 < |r_{411}/r_{419}| < 13. 00$ ($i=1, 2$) を満たすように設計されている。

【0140】また、第1、第2、第3、及び第4レンズ群の焦点距離 f_1 、 f_2 、 f_3 、及び f_4 と、広角端の焦点距離 f_W とは、

$$f_1/f_W = 9. 73$$

$$|f_2|/f_W = 1. 46$$

$$f_3/f_W = 4. 93$$

$$f_4/f_W = 6. 03$$

の関係にあり、それぞれ条件式(4) $5. 0 < f_1/f_W < 12. 0$ 、条件式(5) $0. 5 < |f_2|/f_W < 1. 9$ 、条件式(6) $4. 0 < f_3/f_W < 9. 5$ 、条件式(7) $2. 0 < f_4/f_W < 7. 0$ を満たすように設計されている。

件式(7) $2. 0 < f_4/f_W < 7. 0$ を満たすように設計されている。

【0141】さらに、手振れ補正実施時の全系の焦点距離 f における補正レンズの移動量 Y 、望遠端における補正レンズの移動量 Y_t 、及び望遠端の焦点距離を f_t は、

$$(Y/Y_t) / (f/f_t) = 0. 87$$

の関係にあり、条件式(9) $(Y/Y_t) / (f/f_t) < 1. 5$ を満たすように設計されている。

【0142】図14、図15及び図16にそれぞれ、上記のような条件で設計した第3の実施形態によるズームレンズの広角端、標準位置及び望遠端における収差性能を示す。

【0143】尚、図14(a)、図15(a)及び図16(a)は球面収差を示す図であり、実線はd線に対する値、点線は正弦条件を示している。

【0144】図14(b)、図15(b)及び図16(b)は、非点収差の図であって、実線はサジタル像面湾曲、点線はメリディオナル像面湾曲を示す。

【0145】図14(c)、図15(c)及び図16(c)は歪曲収差を示す図である。

【0146】図14(d)、図15(d)及び図16(d)は軸上色収差の図であって、実線はd線、点線はF線、波線はC線に対する値を示す。

【0147】図14(e)、図15(e)及び図16(e)は倍率色収差の図であって、点線はF線、波線はC線に対する値を示す。

【0148】図14、図15、及び図16から明らかのように、本発明の第4の実施形態によるズームレンズは良好な収差性能を有していることが分かる。

【0149】(第5の実施形態)図17は、本発明の第5の実施形態によるズームレンズを示す。図17において、図面左側の物体位置から図面右側の像面に向かって、第1レンズ群171、第2レンズ群172、第3レンズ群173、第4レンズ群174、及び第5レンズ群175が配置されている。

【0150】次に各レンズ群について説明する。第1レンズ群171は、全体として正の屈折力を有し、像面に対して変倍、合焦時も固定されている。

【0151】第2レンズ群172は、全体として負の屈折力を有し、光軸を移動することにより変倍作用をもたらすレンズ群である。

【0152】第3レンズ群173は、正の屈折力を有する凸レンズと負の屈折力を有する凹レンズからなる接合レンズであり、変倍及びフォーカス時には光軸方向に対して固定である。第3レンズ群173を接合レンズとすることにより、組立時の工程を減らすことができ、組み立て公差も緩くできるので、歩留まりを向上させることができる。手振れ発生時には、第3レンズ群173を光軸方向に対して垂直方向に移動させることによって像の振れを補正している。また、第1レンズ群よりも径の小さい第3レンズ群全体を移動させることにより手振れの*

*補正を行うので、駆動系への負担が軽く消費電力も低減することができる。

【0153】第4レンズ群174は全体として正の屈折力を有し、光軸上を移動することにより変倍による像の移動とフォーカス調整を同時に行っている。

【0154】また、第2レンズ群、第3レンズ群、第4レンズ群のレンズのいずれかに少なくとも1面以上の非球面を導入することにより、静止時及び手振れ補正時の収差性能を向上させる事ができる。

10 【0155】以下の表13に、第5の実施形態によるズームレンズの設計値を示す。

【0156】

【表13】

群	面	r	d	n	v
1	1	56.578	1.00	1.80518	25.4
	2	28.902	6.50	1.60311	60.7
	3	-242.854	0.17		
	4	27.023	3.50	1.60311	60.7
	5	69.306	可変		
2	6	113.168	0.70	1.78500	49.6
	7	5.834	3.71		
	8	-8.845	0.90	1.60602	57.6
	9	13.274	2.75	1.84666	23.9
	10	-32.316	可変		
3	11	11.110	5.10	1.66547	55.2
	12	-8.561	0.81	1.68893	31.2
	13	36.810	可変		
4	14	14.691	0.70	1.80519	25.4
	15	9.658	2.80	1.66547	55.2
	16	-55.376	可変		
5	17	∞	3.25	1.51633	64.2
5	18	∞			

【0157】以下の表11は、表13の数値でズームレンズを設計した場合の非球面係数を示している。

※【0158】

※ 【表14】

面	8	11	12	13	16
K	-1.39695	5.96439E-2	-2.59243	-1.07024E+1	-1.74408E+2
D	-4.08360E-6	-3.63745E-6	8.83452E-4	2.09789E-4	-7.41920E-7
E	-2.46181E-6	2.59909E-6	-1.83491E-5	7.13383E-6	-2.91532E-6
F	3.27223E-7	4.43501E-8	-1.51892E-6	-3.33622E-9	1.87090E-7
G	-9.23895E-9	-1.65183E-9	6.15417E-8	-1.46304E-9	-2.86319E-9

【0159】以下の表12は、表13の数値でズームレンズを設計した場合のズーム間隔を示している。

【0160】

【表15】

	広角端	標準	望遠端
f	3. 827	31. 563	105. 574
F/N	1. 854	2. 397	3. 936
2ω	63. 766	8. 134	2. 438
d_5	0. 500	24. 337	30. 350
d_{10}	31. 625	7. 788	1. 775
d_{14}	10. 137	4. 405	14. 630
d_{17}	5. 000	10. 733	0. 508

【0161】また、第2レンズ群の1番目の非球面S8において、レンズ有効径の1割の径における局所的な曲率半径を r_{211} 、有効径の9割の径における局所的な曲率半径を r_{219} とした場合、 r_{211} と r_{219} は、

$$|r_{211}/r_{219}| = 0. 69$$

の関係にあり、条件式(1) $0. 40 < |r_{211}/r_{219}| < 1. 70$ ($i=1$) を満たしている。

【0162】また、第3レンズ群の1、2、3番目の非球面S11、S12、S13において、レンズ有効径の1割の径における局所的な曲率半径を r_{311} 、 r_{321} 、 r_{331} 、有効径の9割の径における局所的な曲率半径を r_{319} 、 r_{329} 、 r_{339} とした場合、 r_{311} と r_{319} 、 r_{321} と r_{329} 、及び r_{331} と r_{339} は、

$$|r_{311}/r_{319}| = 1. 20$$

$$|r_{321}/r_{329}| = 0. 29$$

$$|r_{331}/r_{339}| = 3. 69$$

の関係にあり、条件式(2) $0. 01 < |r_{3i1}/r_{3i9}| < 4. 00$ ($i=1, 2, 3$) を満たすように設計されている。

【0163】また、第4レンズ群の1番目の非球面S16において、レンズ有効径の1割の径における局所的な曲率半径を r_{411} 、有効径の9割の径における局所的な曲率半径を r_{419} とした場合、 r_{411} と r_{419} は、

$$|r_{411}/r_{419}| = 0. 57$$

の関係にあり、条件式(3) $0. 10 < |r_{4i1}/r_{4i9}| < 13. 00$ ($i=1, 2$) を満たすように設計されている。

【0164】また、第1、第2、第3、及び第4レンズ群の焦点距離 f_1 、 f_2 、 f_3 、及び f_4 と、広角端の

焦点距離 f_W とは、

$$f_1/f_W = 11. 18$$

$$|f_2|/f_W = 1. 75$$

$$f_3/f_W = 6. 09$$

$$f_4/f_W = 5. 06$$

の関係にあり、それぞれ条件式(4) $5. 0 < f_1/f_W < 12. 0$ 、条件式(5) $0. 5 < |f_2|/f_W < 1. 9$ 、条件式(6) $4. 0 < f_3/f_W < 9. 5$ 、条件式(7) $2. 0 < f_4/f_W < 7. 0$ を満たすように設計されている。

【0165】さらに、手振れ補正実施時の全系の焦点距離 f における補正レンズの移動量 Y 、望遠端における補正レンズの移動量 Y_t 、及び望遠端の焦点距離を f_t は、

$$(Y/Y_t) / (f/f_t) = 1. 41$$

の関係にあり、条件式(9) $(Y/Y_t) / (f/f_t) < 1. 5$ を満たすように設計されている。

【0166】図18、図19及び図20にそれぞれ、上記のような条件で設計した第3の実施形態によるズームレンズの広角端、標準位置及び望遠端における収差性能を示す。

【0167】尚、図18(a)、図19(a)及び図20(a)は球面収差を示す図であり、実線はd線に対する値、点線は正弦条件を示している。

【0168】図18(b)、図19(b)及び図20(b)は、非点収差の図であって、実線はサジタル像面湾曲、点線はメリディオナル像面湾曲を示す。

【0169】図18(c)、図19(c)及び図20(c)は歪曲収差を示す図である。

【0170】図18(d)、図19(d)及び図20(d)は軸上色収差の図であって、実線はd線、点線はF線、波線はC線に対する値を示す。

【0171】図18(e)、図19(e)及び図20(e)は倍率色収差の図であって、点線はF線、波線はC線に対する値を示す。

【0172】図18、図19、及び図20から明らかのように、本発明の第5の実施形態によるズームレンズは良好な収差性能を有していることが分かる。

【0173】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のズームレンズによれば、正の屈折力を有するレンズと負の屈折力を有するレンズからなる径の小さい第3レンズ群全体を動かして手振れを補正することにより、レンズの前面に手振れ補正用の光学系を装着するタイプと比較して小型、軽量化でき、駆動電力を低減できると共に、手振れ補正時に第3レンズ群の一部を可動するタイプと比較して収差の劣化も小さくてすむ。

【0174】また、第2、第3、及び第4レンズ群のレンズに非球面を導入することによって、収差の補正、特

に軸外の収差の補正をより効率的に行うことができると共に、コマ収差の補正量を最適に設定して十分な収差性能を得ることができ、高性能なズームレンズを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施形態によるズームレンズの構成図

【図2】 本発明の第1の実施形態によるズームレンズの広角端における収差図

【図3】 本発明の第1の実施形態によるズームレンズの標準位置における収差図 10

【図4】 本発明の第1の実施形態によるズームレンズの望遠端における収差図

【図5】 本発明の第2の実施形態によるズームレンズの構成図

【図6】 本発明の第2の実施形態によるズームレンズの広角端における収差図

【図7】 本発明の第2の実施形態によるズームレンズの標準位置における収差図

【図8】 本発明の第2の実施形態によるズームレンズの望遠端における収差図 20

【図9】 本発明の第3の実施形態によるズームレンズの構成図

【図10】 本発明の第3の実施形態によるズームレンズの広角端における収差図

【図11】 本発明の第3の実施形態によるズームレンズの標準位置における収差図

【図12】 本発明の第3の実施形態によるズームレン

ズの望遠端における収差図

【図13】 本発明の第4の実施形態によるズームレンズの構成図

【図14】 本発明の第4の実施形態によるズームレンズの広角端における収差図

【図15】 本発明の第4の実施形態によるズームレンズの標準位置における収差図

【図16】 本発明の第4の実施形態によるズームレンズの望遠端における収差図

【図17】 本発明の第5の実施形態によるズームレンズの構成図

【図18】 本発明の第5の実施形態によるズームレンズの広角端における収差図

【図19】 本発明の第5の実施形態によるズームレンズの標準位置における収差図

【図20】 本発明の第5の実施形態によるズームレンズの望遠端における収差図

【符号の説明】

11、51、91、131、171 第1レンズ群

12、52、92、132、172 第2レンズ群

13、53、93、133、173 第3レンズ群

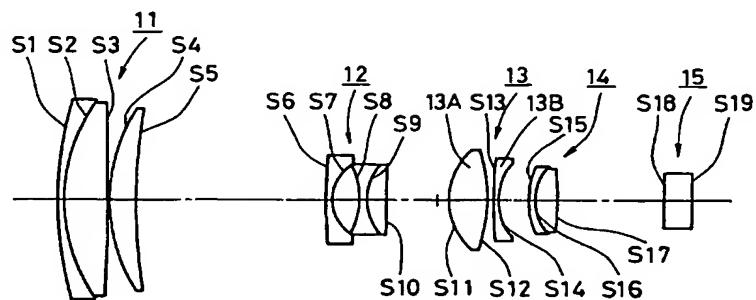
14、54、94、134、174 第4レンズ群

15、55、95、135、175 第5レンズ群

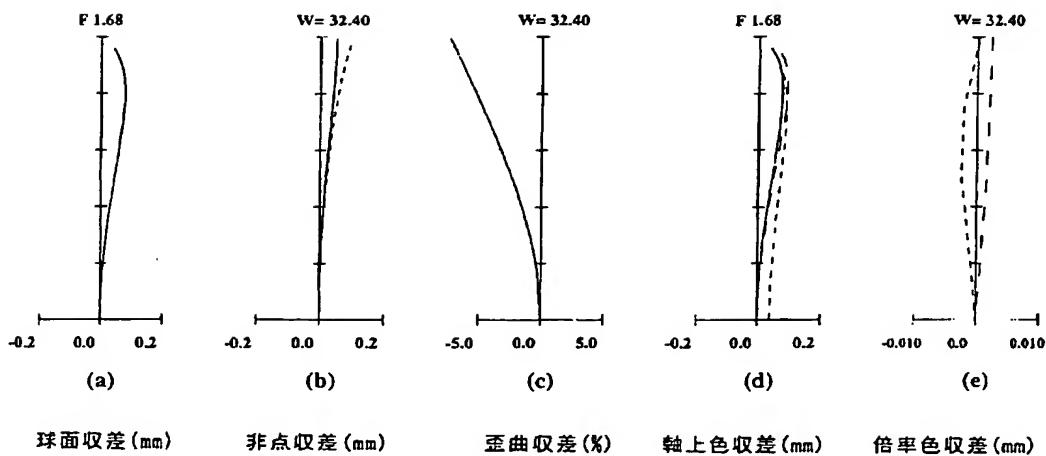
13A、53A、93A、133A、173A 第3レンズ群における正の屈折力のレンズ

13B、53B、93B、133B、173B 第3レンズ群における負の屈折力のレンズ

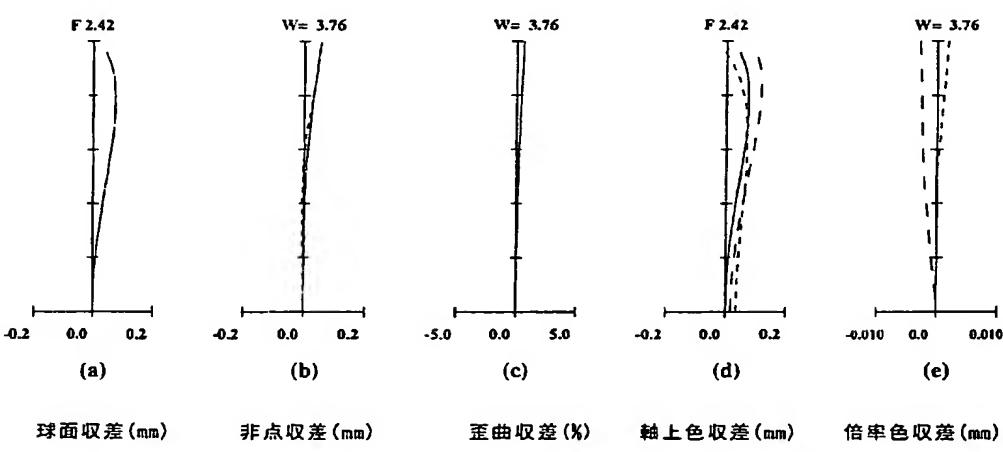
【図1】



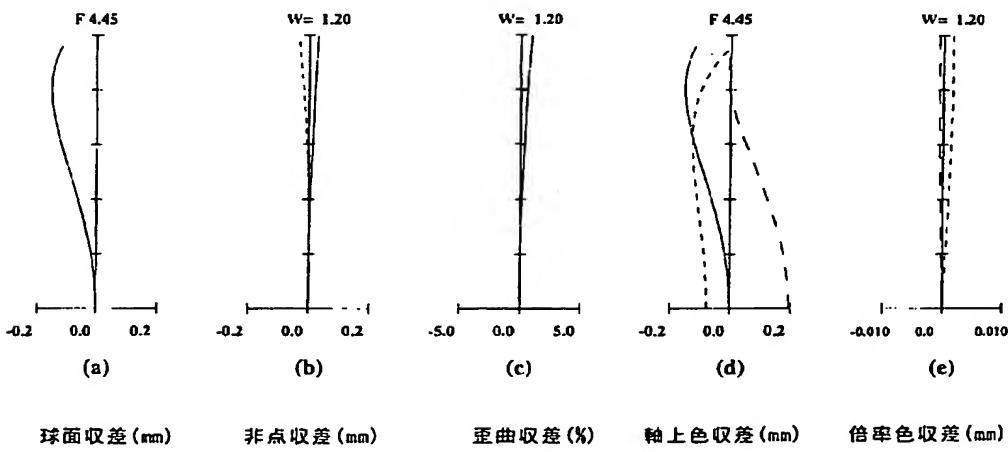
【図2】



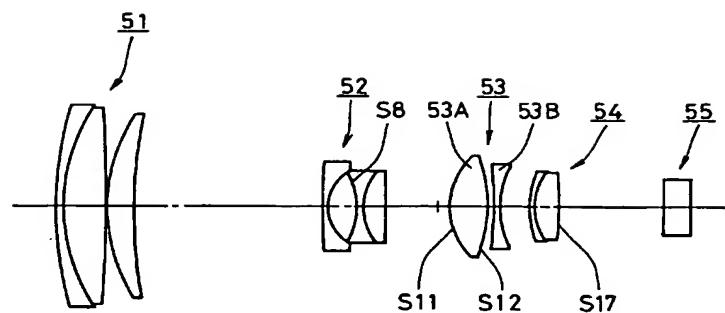
【図3】



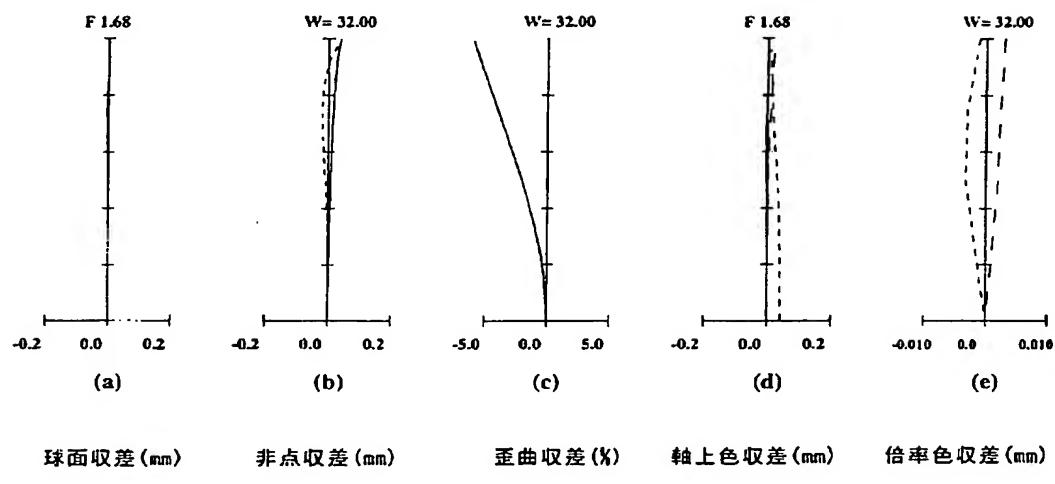
【図4】



【図5】

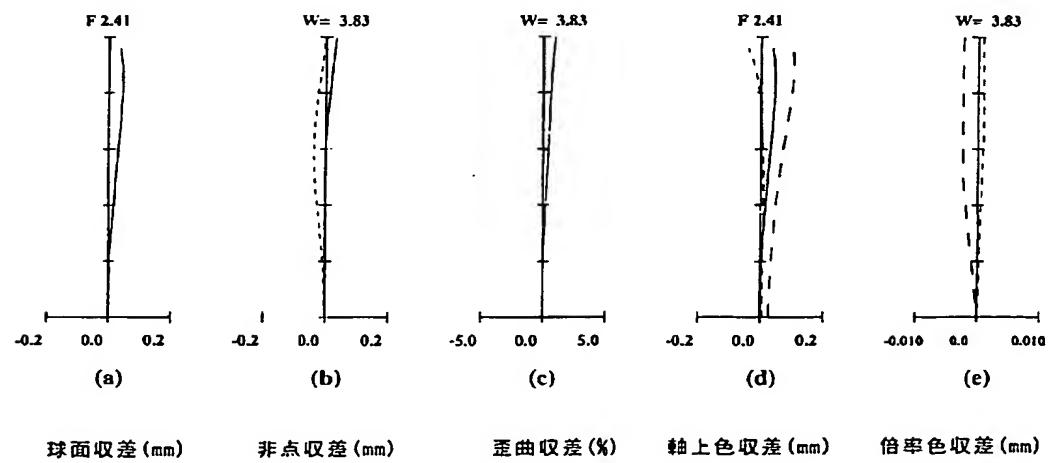


【図6】



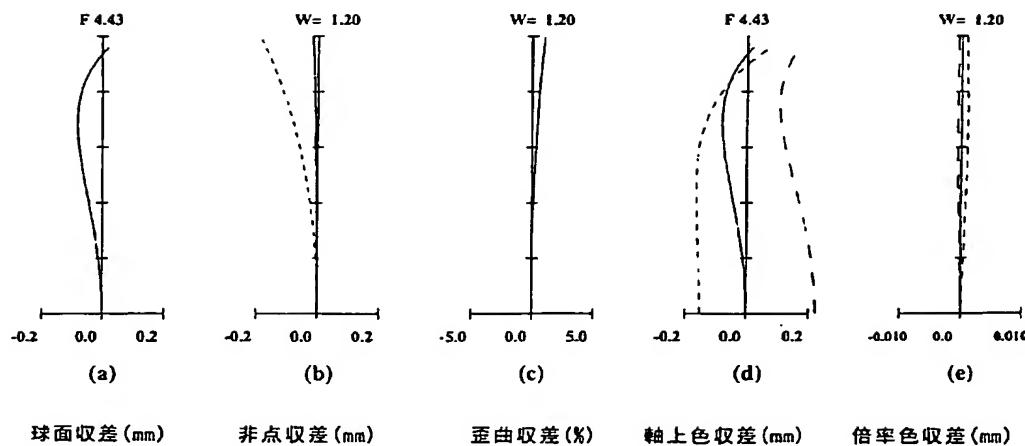
球面収差 (mm) 非点収差 (mm) 歪曲収差 (%) 軸上色収差 (mm) 倍率色収差 (mm)

【図7】

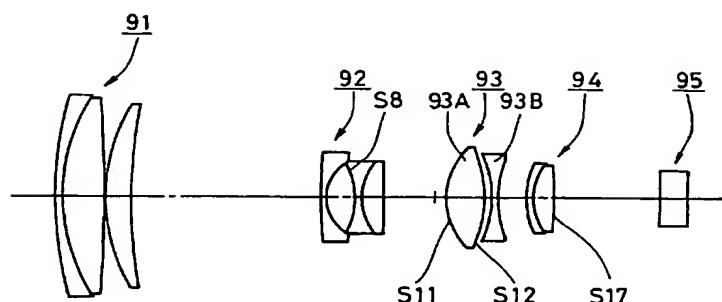


球面収差 (mm) 非点収差 (mm) 歪曲収差 (%) 軸上色収差 (mm) 倍率色収差 (mm)

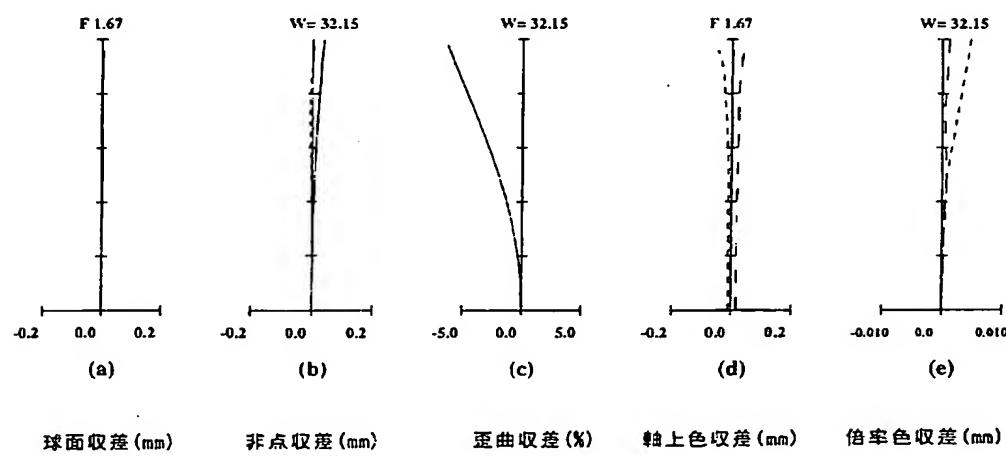
【図8】



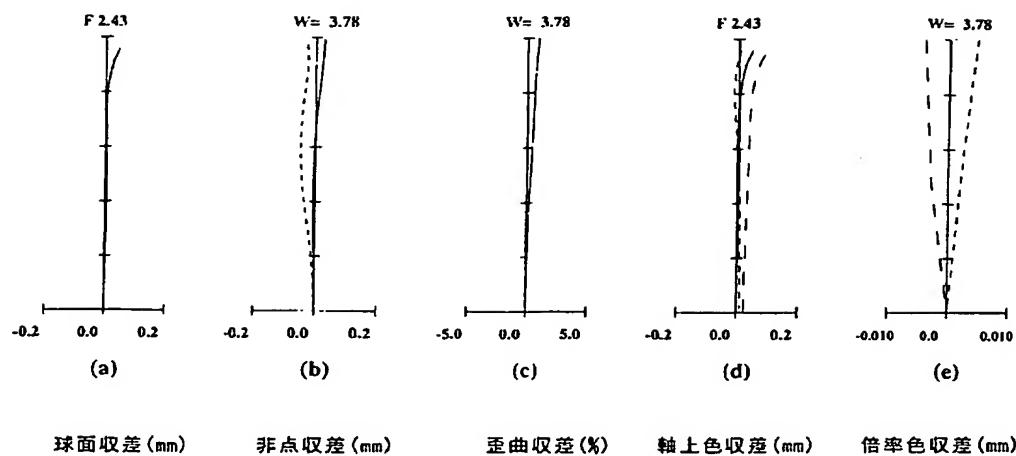
【図9】



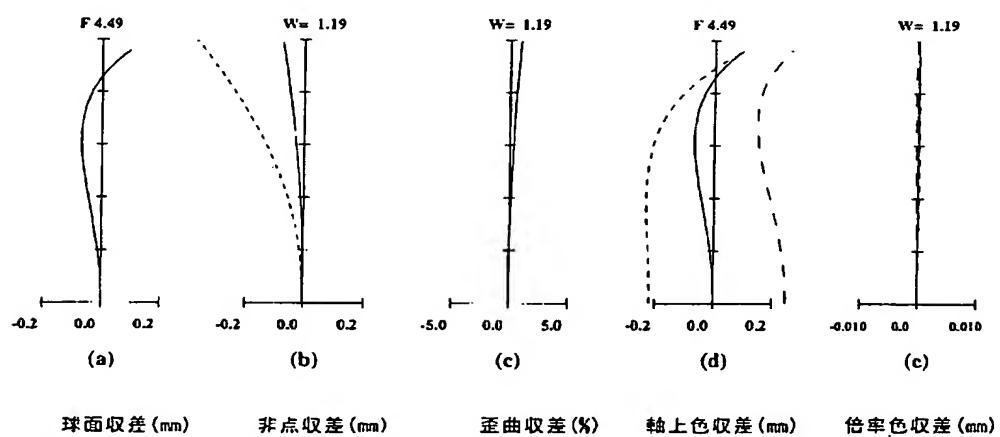
【図10】



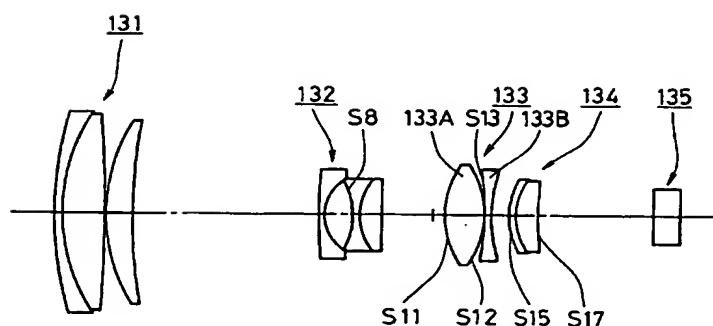
【図11】



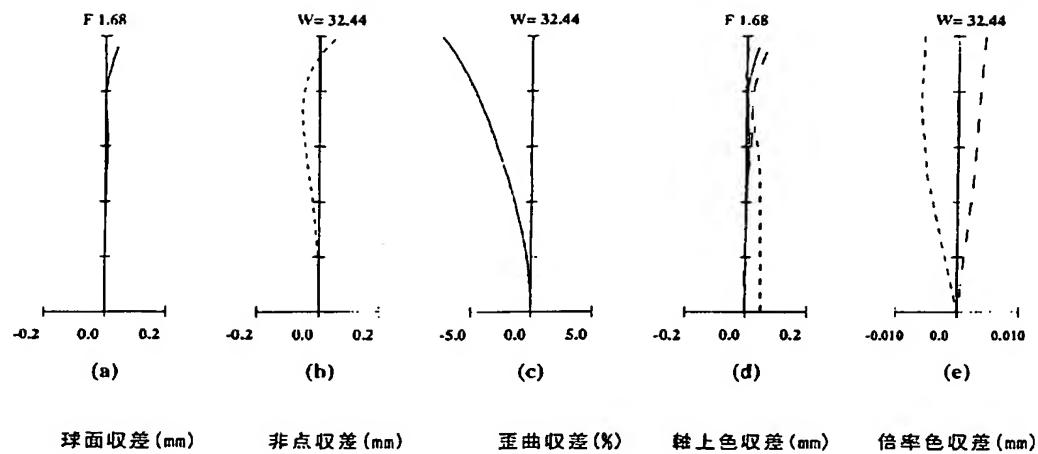
【図12】



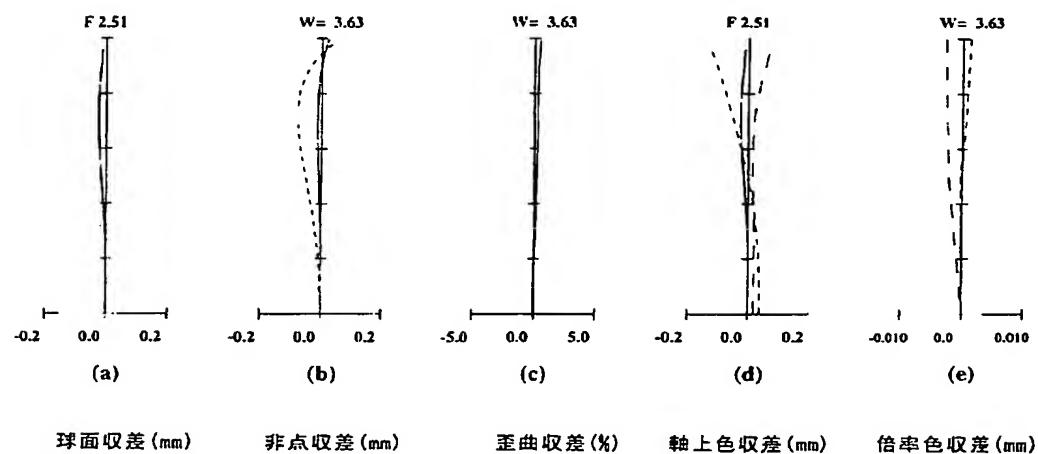
【図13】



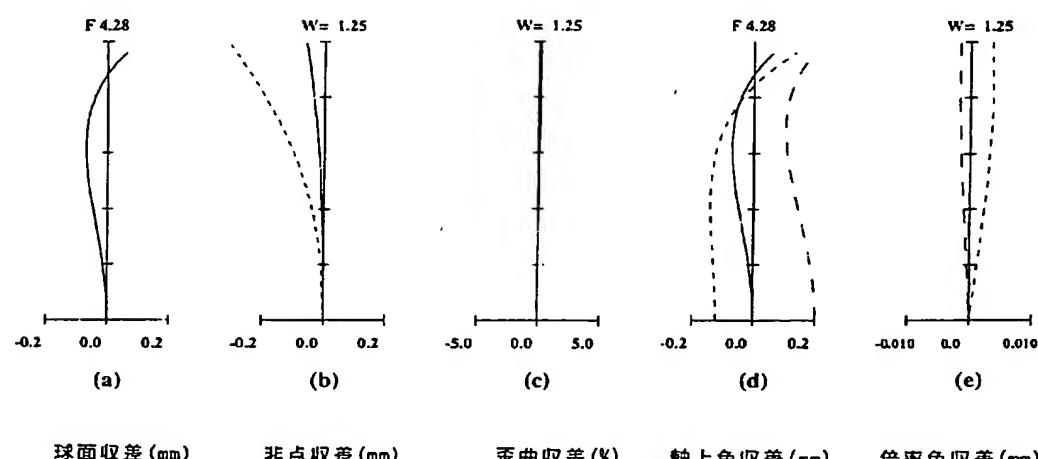
【図14】



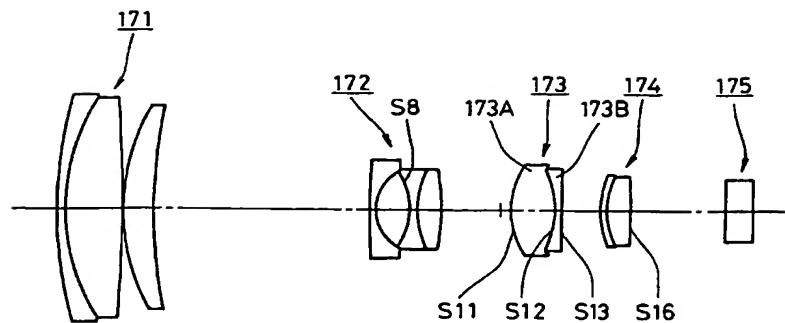
【図15】



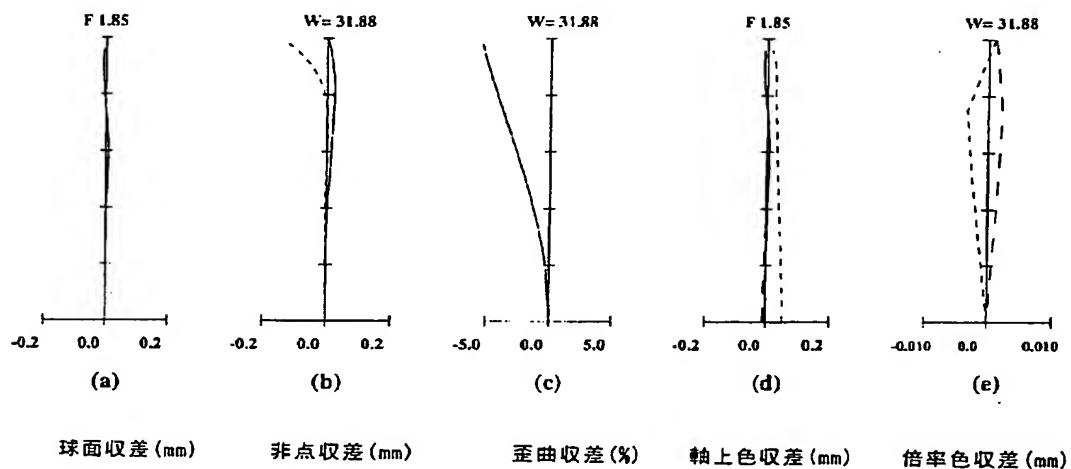
【図16】



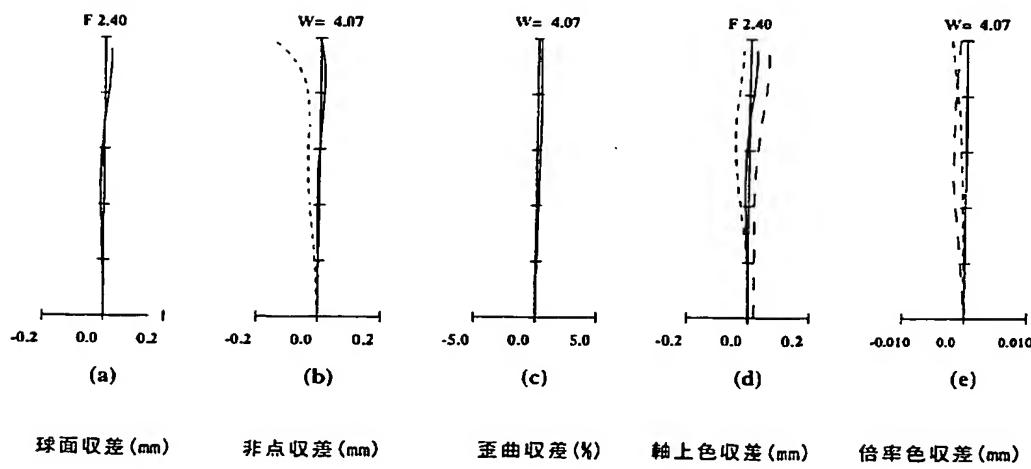
【図17】



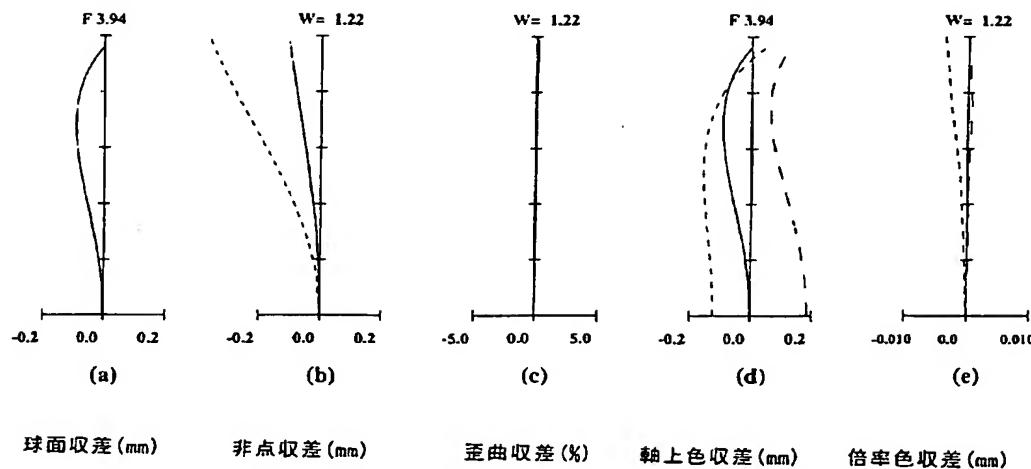
【図18】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H044 EF04

2H087 KA03 MA15 NA07 PA06 PA07
 PA16 PA20 PB10 QA02 QA06
 QA07 QA17 QA21 QA25 QA32
 QA34 QA42 QA46 RA05 RA12
 RA13 RA42 SA23 SA27 SA29
 SA32 SA63 SA65 SA72 SA74
 SB04 SB14 SB23 SB33